



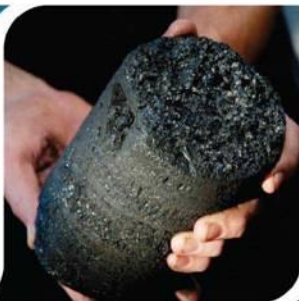
Kontrola stavu provozních kapalin

Seminář Kapaliny pro hydraulické systémy, specifikace jejich použití, základní parametry, kontrola stavu a údržba

Minerals



Coal



Environmental



Tribology



Food & Pharmaceutical Industrial



OBSAH PŘEDNÁŠKY



- způsoby znečištění kapalin, vliv na spolehlivost a životnost komponentů hydraulických zařízení
- měření a vyhodnocování míry znečištění; standardy NAS 1638 a ISO 4406
- přístrojová technika, analyzátory
- měření obsahu vody v oleji
- infračervená spektrometrie; kontrola „opotřebení“ oleje

Příčiny opotřebení

- **Abrazivní** – prach nebo jiné tvrdé částice v oleji
- **Adhezivní** – neodpovídající mazání :
málo nebo žádný olej; nevhodný olej;
vysoká teplota; pomalá rychlost;
nadměrné zatížení
- **Únavové** – podpovrchové trhlinky způsobené cyklickým zatížením

Charakter částic



- **Abrazivní opotřebení** – dlouhé a tenké, často zkroucené do spirály (špony)
- **Adhezivní opotřebení** – ploché částice se stopami po přehřátí materiálu; často obsahují vměstnané částice tmavých oxidů
- **Únavové opotřebení** – trojrozměrné částice s ostrými hranami

Zobrazení částic pomocí LNF-C



Abrazivní

Equipment RIN	XXXXXXXXXX	Operator	SEBOK
Sample Valve Loc	XXXX	Sample Date	08/10/2000
Equipment Name		Sample Order Sequence	0
Hrs/mile since overhaul		Analysis Date	08/10/2000 09:23
Hr/mile since oil Chg		Fluid Type	CITGO GLYCOL FR-40 XD

Cutting Wear		Particles Per ml of Selected Type
Severe Sliding		20-25um 14
		25-50um 0
		50-100um 0
Fatigue Wear		>100um 0

Back

Particle Number= 3
Particle Type= Cutting Wear
Picture Width(um)= 78
Picture Height(um)= 22

Print

Únavové

Equipment RIN	196	Operator	NTS LABORATORY
Sample Valve Loc	DURST GEAR BOX	Sample Date	05/23/2000
Equipment Name		Sample Order Sequence	0
Hrs/mile since overhaul		Analysis Date	07/25/2000 08:32
Hr/mile since oil Chg		Fluid Type	SNAKE OIL

Cutting Wear		Particles Per ml of Selected Type
Severe Sliding		20-25um 208
		25-50um 223
		50-100um 16
Fatigue Wear		>100um 6
Oxide		

Back

Particle Number= 3
Particle Type= Fatigue Wear
Picture Width(um)= 93
Picture Height(um)= 76

Print

Equipment RIN	NONE	Operator	NTS LABORATORY
Sample Valve Loc	UNKNOWN	Sample Date	07/28/2000
Equipment Name		Sample Order Sequence	0
Hrs/mile since overhaul		Analysis Date	07/28/2000 13:56
Hr/mile since oil Chg		Fluid Type	UNKNOWN MOTOR OIL

Cutting Wear		Particles Per ml of Selected Type
Severe Sliding		20-25um 437
		25-50um 677
		50-100um 66
Fatigue Wear		>100um 2
Oxide		

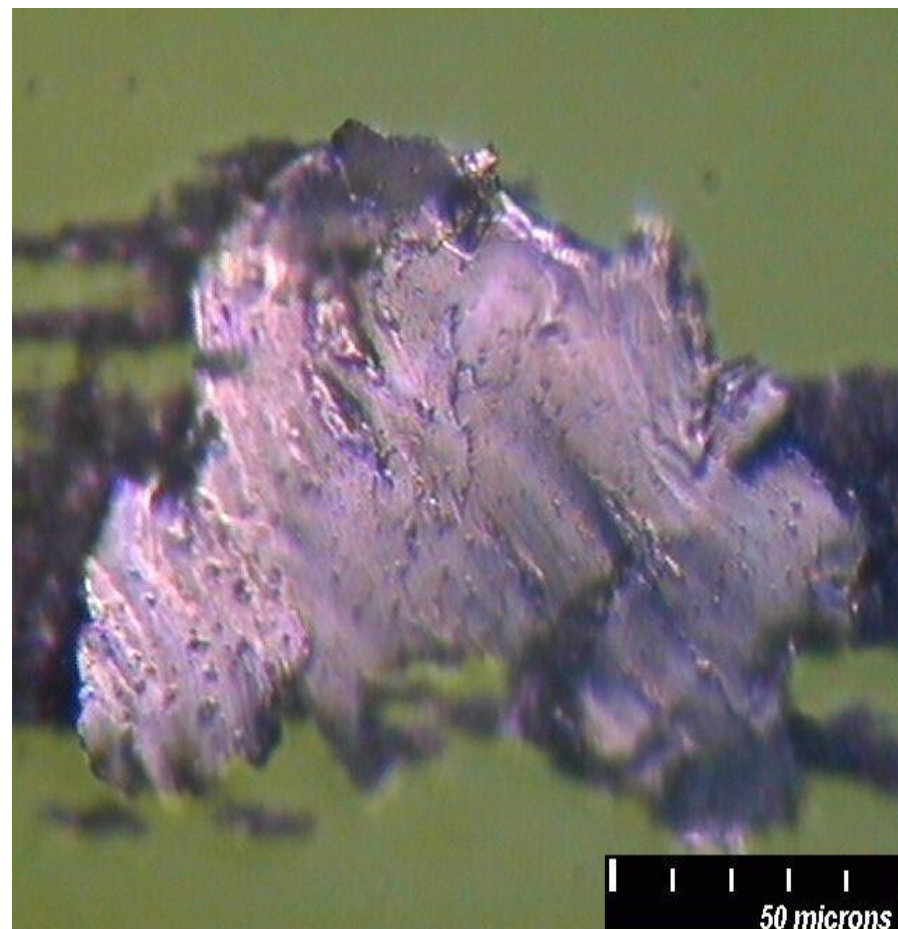
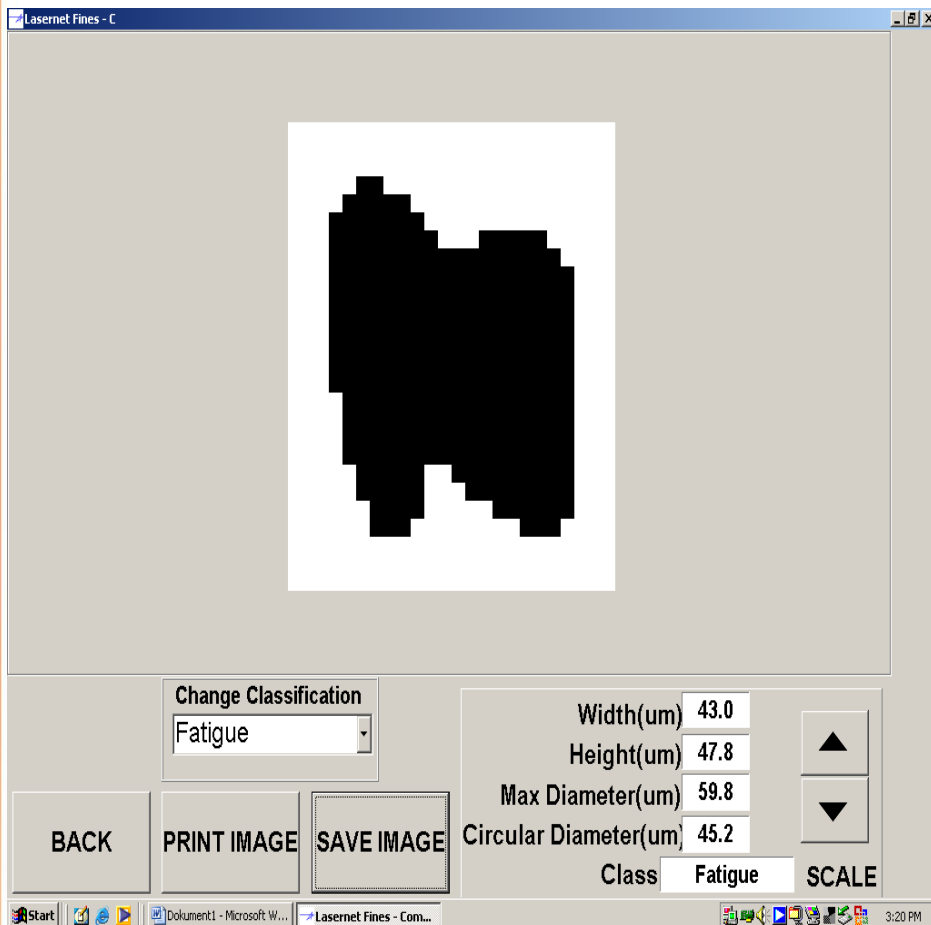
Back

Particle Number= 3
Particle Type= Severe Sliding Wear
Picture Width(um)= 85
Picture Height(um)= 34

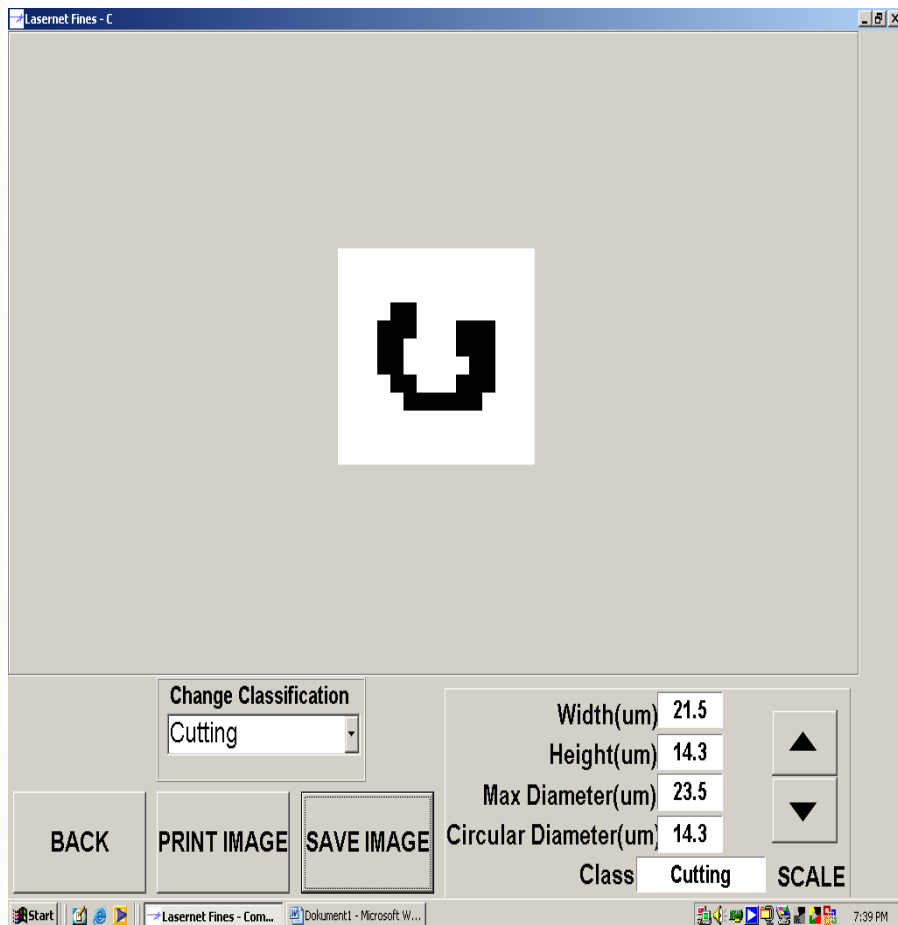
Print

Adhezivní

SROVNÁNÍ TVARU ÚNAVOVÉ ČÁSTICE Z FERROGRAFIE A CHARAKTERIZACE ČÁSTIC



SROVNÁNÍ TVARU ABRAZIVNÍ ČÁSTICE Z FERROGRAFIE A CHARAKTERIZACE ČÁSTIC



Koroze



- Způsobena chemickým napadením povrchu – nejčastěji voda, případně jiné korozivní kapaliny v oleji
- Charakter částic – oxidy kovů; vzhled rzi nebo černých špalíčků; částečná průsvitnost

y

Equipment RIN	MS-1D-MIL	Operator	NTS LABORATORY
Sample Valve Loc	GEARBOX	Sample Date	06/09/2000
Equipment Name		Sample Order Sequence	3
Hrs/mile since overhaul	100	Analysis Date	07/25/2000 14:30
Hr/mile since oil Chg	100	Fluid Type	EXXON SPARTAN EP 320

Cutting Wear		Particles Per ml of Selected Type
Severe Sliding		20-25um 48
Fatigue Wear		25-50um 67
Oxide		50-100um 10
		>100um 1

Back	Particle Number= 3 Particle Type= Oxide Wear Picture Width(um)= 54 Picture Height(um)= 51	Print
------	--	-------

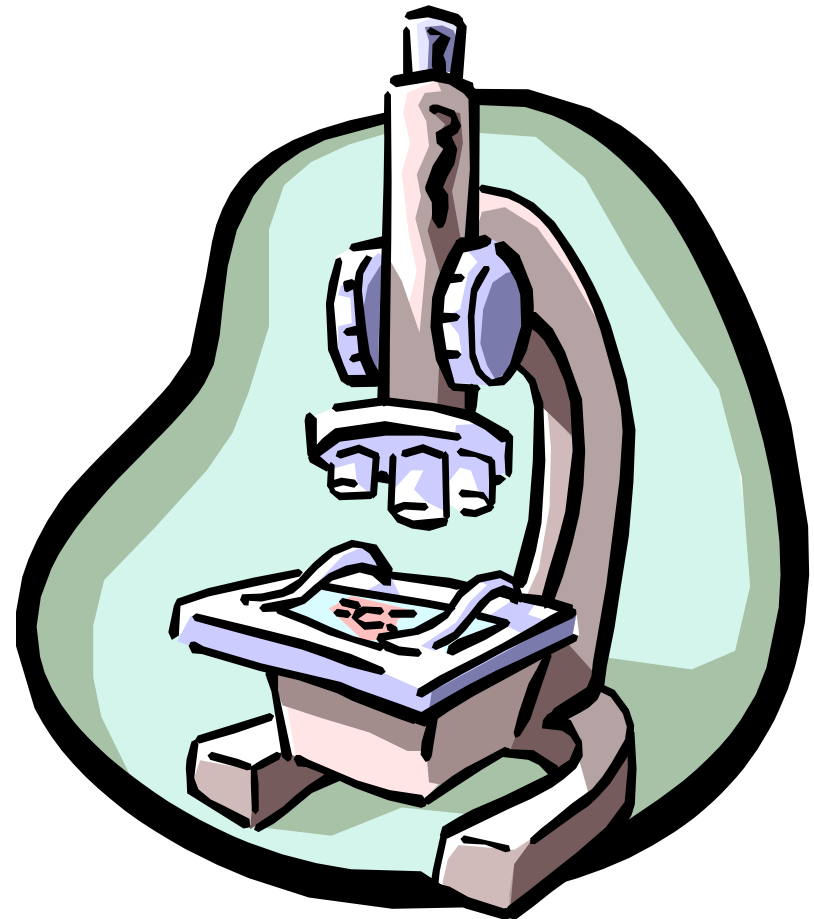
Sledování čistoty olejů

METODIKY

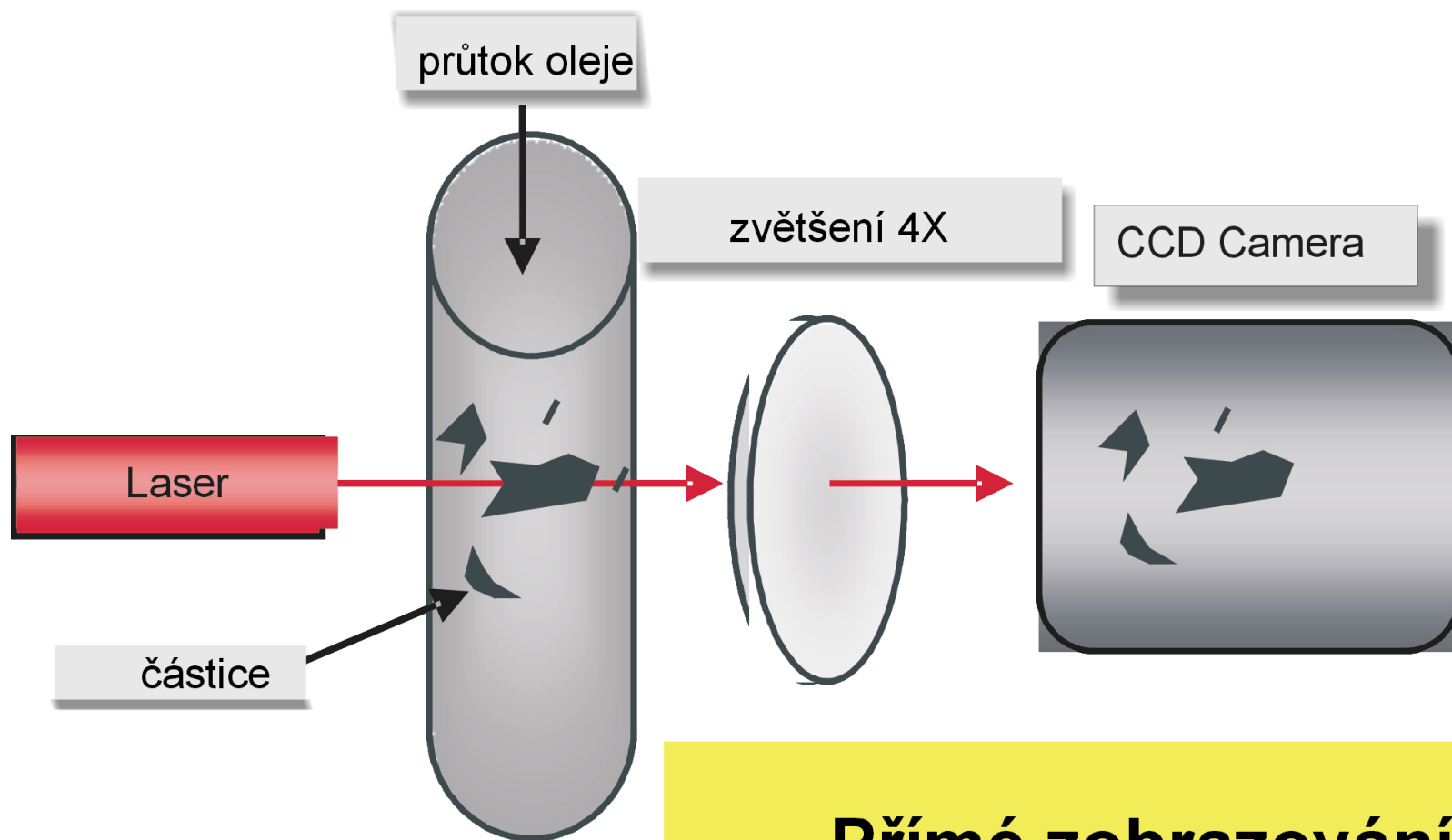


Stanovení kódu čistoty

- Optická mikroskopie
- Automatické čítače částic
- Ucpání pórů membrány



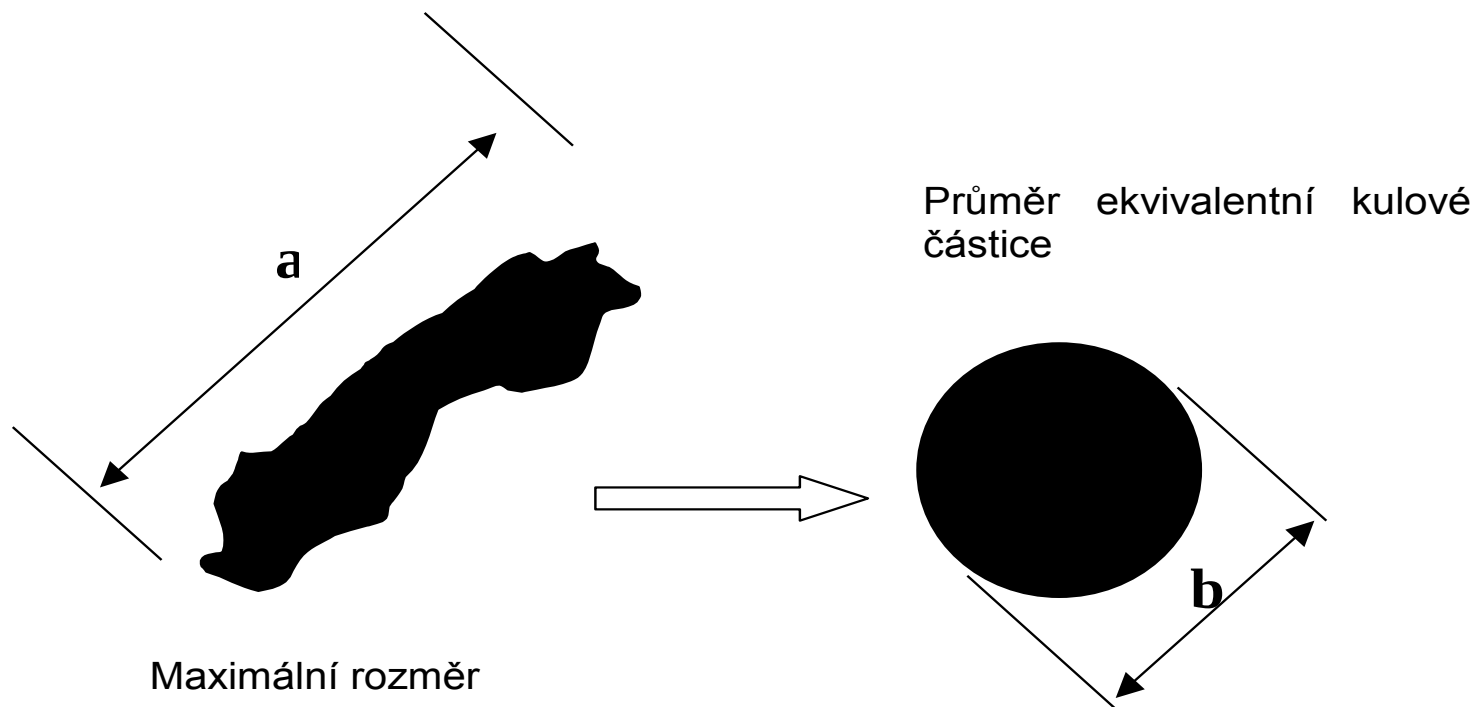
Laserový čítač částic



Přímé zobrazování



Změna rozměru částice





Nový standard

- Nový standard – ISO MTD (Medium Test Dust)
- NIST - SRM 2806 : ISO MTD v hydraulické kapalině MIL-H-5606
- Označení $\mu\text{m(c)}$ – odlišení od kalibrace podle ISO 4402

Vliv na stanovené velikosti částic



Velikost ACFTD

(ISO 4402, μm)	<1	1,0	2,0	2,7	3,0	4,3
5,0	7,0	10,0	12,0	15,5	20,0	25,0
30,0	40,0	50,0	100			

Velikost NIST

(ISO 11171, μm)	4,0	4,2	4,6	5,0	5,1	6,0
6,4	7,7	9,8	11,3	14,0	17,5	21,2
24,9	31,7	38,2	70,0			

Vliv na zjištěné počty částic

Velikost částic v μm nebo $\mu\text{m(c)}$	ACFTD- původní počty	NIST-nové počty
2	4170	24900
5	1870	3400
15	179	105
25	40	14

Srovnání kódů čistoty



Kalibrace ISO 4402

Třídy >2; >5; >15

Výsledek 13/12/9

Kalibrace ISO 11171

Třídy >4; >6; >14

Výsledek 14/12/9

NAS 1638



- Platí od šedesátých let
- 5 tříd podle velikostí : 5-15, 15-25, 25-50, 50-100 a $>100\ \mu\text{m}$
- 14 tříd podle počtů : 00, 0, 1 ... 12 (**na 100 ml**)
- Další třídy nad 12 mají vždy dvojnásobek
- Inovace – zavádí kumulativní počty

AS 4059 D

- Pracuje s kumulativními počty
- Možnost kalibrace oběma způsoby
- Nová třída 000
- Počet částic/100 ml
- Dvojí kódování – počty i velikosti

Srovnání NAS 1638 a AS 4059D



- NAS 1638 zatím více využívána
- NAS 1638 – kontinuita u starších systémů
- NAS 1638 – celkově nejvyšší kód
- AS 4059D – jiný způsob kódování : je větší možnost zaměřit se na specifické velikosti

Srovnání NAS 1638 a AS 4059D



AS 4059D : 1B = 609(>5 μm)
1C = 109(>15 μm)

NAS 1638 : třída 1 (5-15 μm) = 500

Nesedí úplně vždy

Srovnání NAS 1638 a AS 4059D



NAS 1638

5-15 : 69335 - **9**

15-25 : 3330 - **7**

25-50 : 945 - **7**

50-100 : 45 - **5**

>100 : 0 - **00**

AS 5049D

>5 : 73655 – **7B**

>15 : 4320 – **6C**

>25 : 990 – **6D**

>50 : 45 – **4E**

>100 : 0 – **000F**

Vzorkovnice

- Čisté vzorkovnice – **základ**
- Poměr čistota X cena
- Dostupnost čistých vzorkovnic
- Vzorkovnice o 2 třídy níže než nejlepší požadovaná čistota měřené kapaliny

Čistota vzorkovnic



Třída čistoty	Počet částic $>10\mu\text{m}/1\text{ ml}$
Čistá	<i>100</i>
Super čistá	<i>10</i>
Ultra čistá	<i>1</i>

Co se tedy změní



- Zdánlivé velikosti částic se použitím kalibrace ISO 11171 změní
- Spočtené počty částic AČČ kalibrovaným podle ISO 11171 se změní
- Kódy čistoty se změní, pokud jsou velikosti částic nastaveny v soulase s ISO 4406:1999 nebo AS 4059D

Co je důležité

- Reprezentativní vzorek
- Čistá vzorkovnice
- Zjištění a odstranění rušivých vlivů
- Dodržení postupu měření
- Pravidelná kalibrace (ISO 4406:1999 – 3 až 6 měsíců)

Doporučené kódy čistoty



Fluid type	ISO 4406 Clean code → → → →	12/9 40/ml	14/11 160/ml	16/13 640/ml	17/14 1,300/ml	18/15 2,500/ml	20/17 10,000/ml	22/19 40,000/ml	24/21 160,000/ml
Hydraulic fluids		super clean	very clean	clean	start testing	dirty	causing damage		failure
Turbine oils, bearings		super clean	very clean	clean	start testing	dirty	causing damage		
Engine oils			super clean	very clean	clean	start testing	dirty	causing damage	
Gearbox lubricants			super clean	very clean	clean	start testing	dirty	causing damage	
New unused lubricants					are often this dirty				

Obsah nečistot - průmyslové oleje

- příčina většiny poruch způsobených špatnou kvalitou oleje
- mechanické nečistoty - ČSN 656080
- membránový filtr s póry 0,8 a 0,45 μm - stanovení nejen mechanických nečistot
- jednotka - proc. hmotnostní nebo mg/kg



Zbarvení membrány

ASTM Pracovní námět 13070

- Čím tmavší zbarvení membrány, tím vyšší je „varnish potenciál“. Stupně :

Normální	Kontrola	Abnormální	Kritický
< 15	15 - 30	31 - 40	> 40



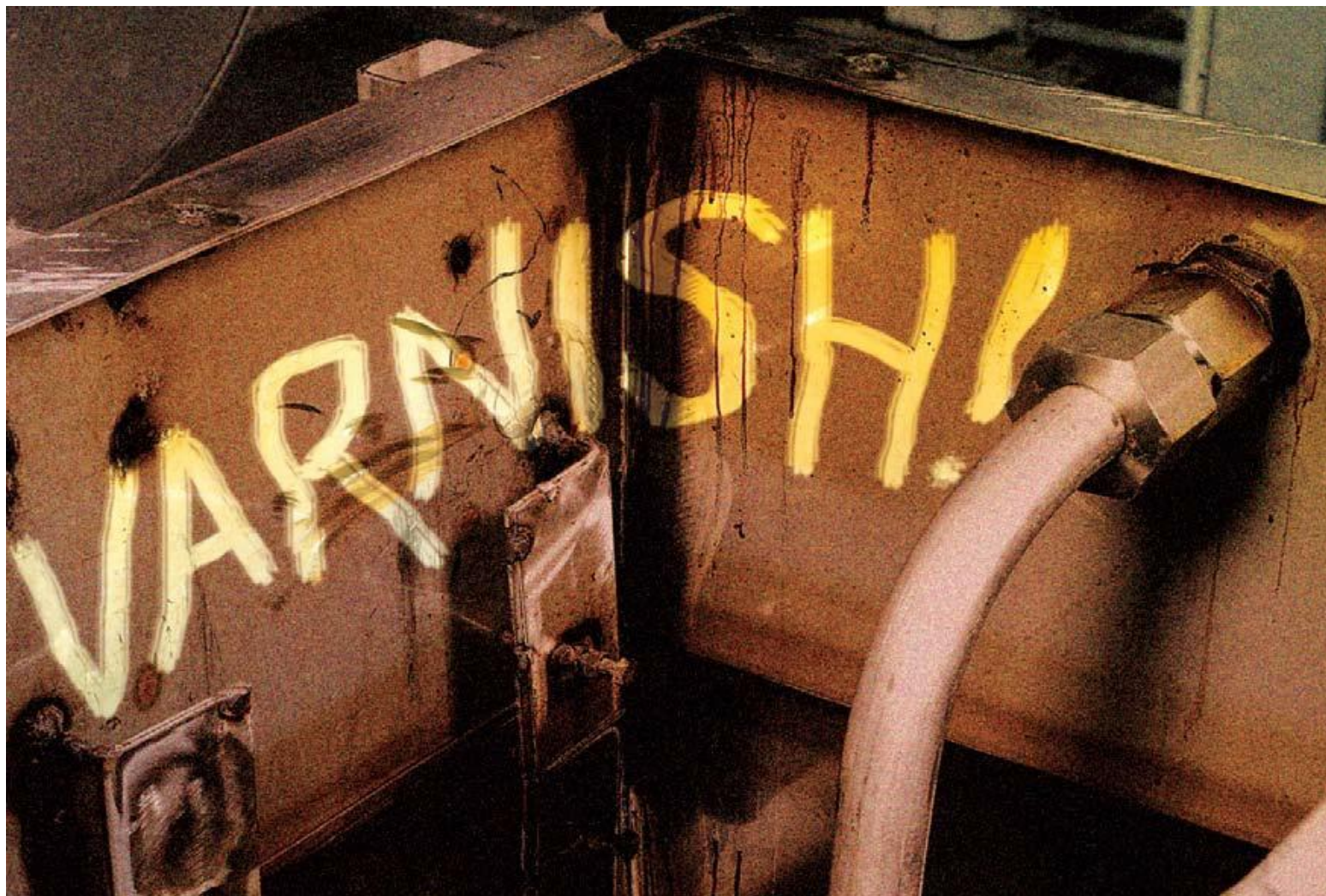
Varnish potenciál a MPC analýza



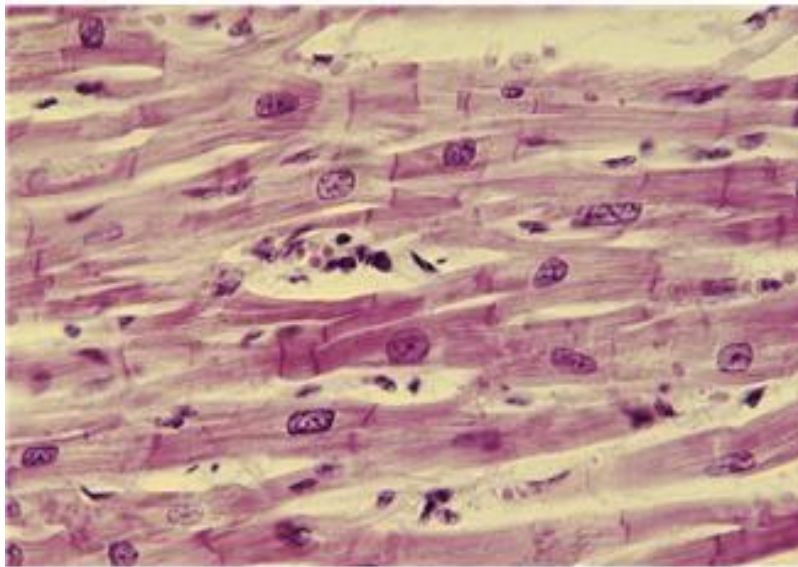
ASTM 13070

Předpokládané
dokončení první
polovina roku 2012

Varnish = úsady v hydraulickém systému



A nezapomeňte !

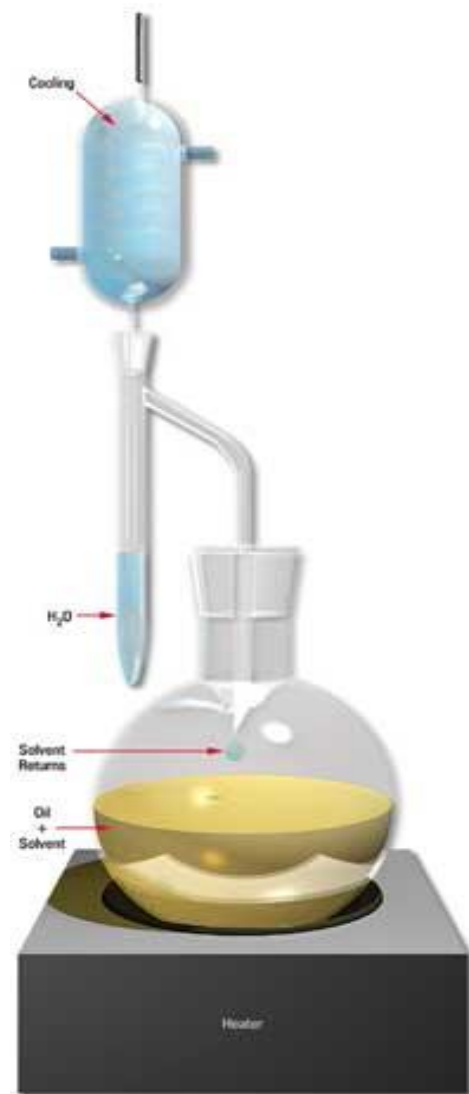


**At' měříme podle
kterékoliv normy,
skutečné znečištění
systému se
nezměnilo!**

Obsah vody



- nežádoucí látka
- způsobuje emulgaci, porušení mazacího filmu, působí na přísady, způsobuje korozi strojů
- přítomnost - ČSN 656231
- množství - ČSN EN ISO 9029
- jednotka - procento hmotnostní nebo objemové



Obsah vody



- **ASTM D 6304 – coulometrie**
- **ČSN ISO 760 – dle Karl Fischera obecný postup**
- **jednotka procento hmotnostní nebo ppm**
- **dnes hydraulické, turbínové oleje a oleje pro chladičí kompresory (max. 500 ppm-0,05%)**



Infračervená spektrometrie



- velmi užitečná metodika při analýze maziv
- kombinace FTIR a VT znamená rychlou a velmi citlivou analýzu
- identifikace maziv
- obsah přísad
- degradace oleje
- stanovení znečištění
- stanovení paliva v motorovém oleji

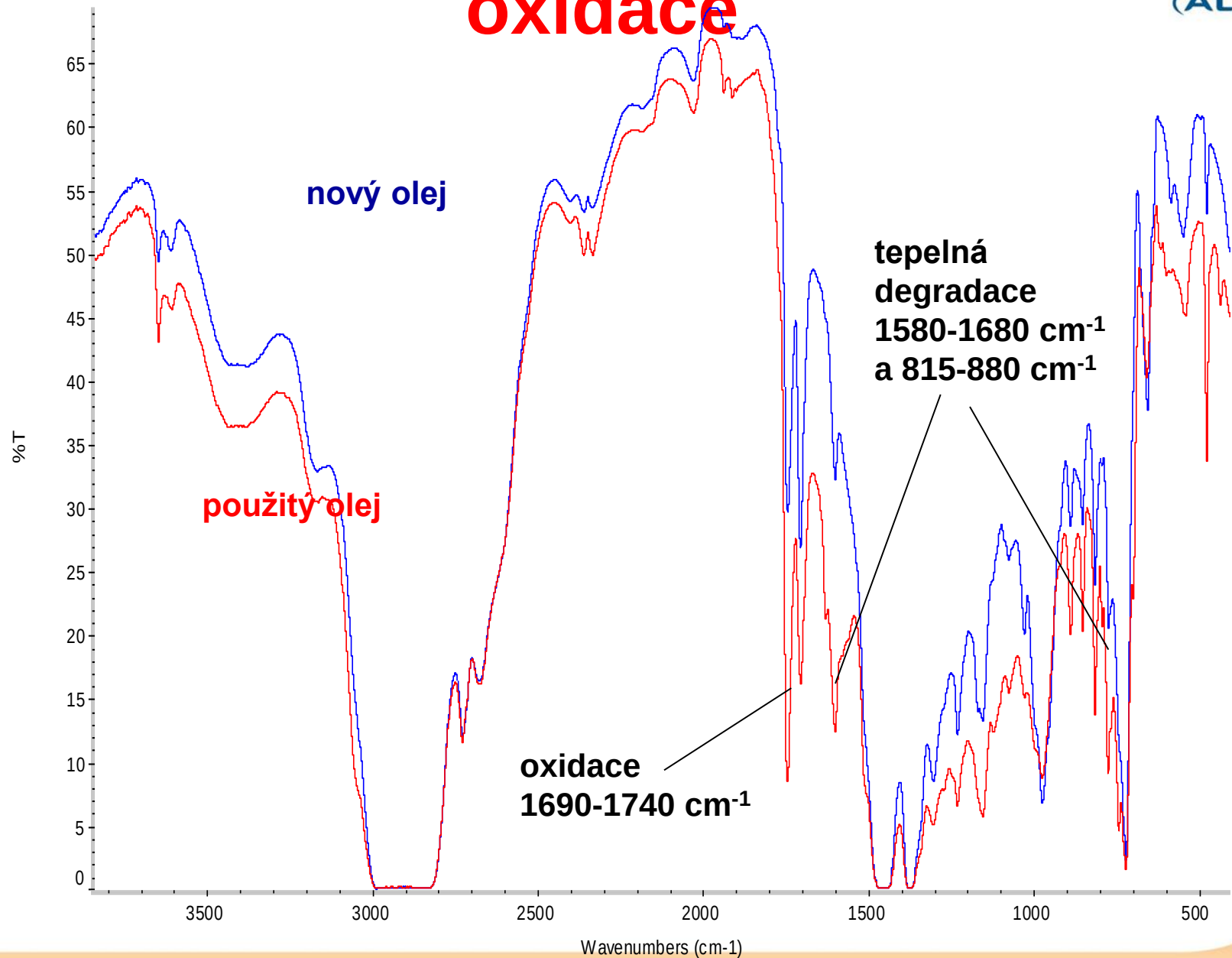


FTIR

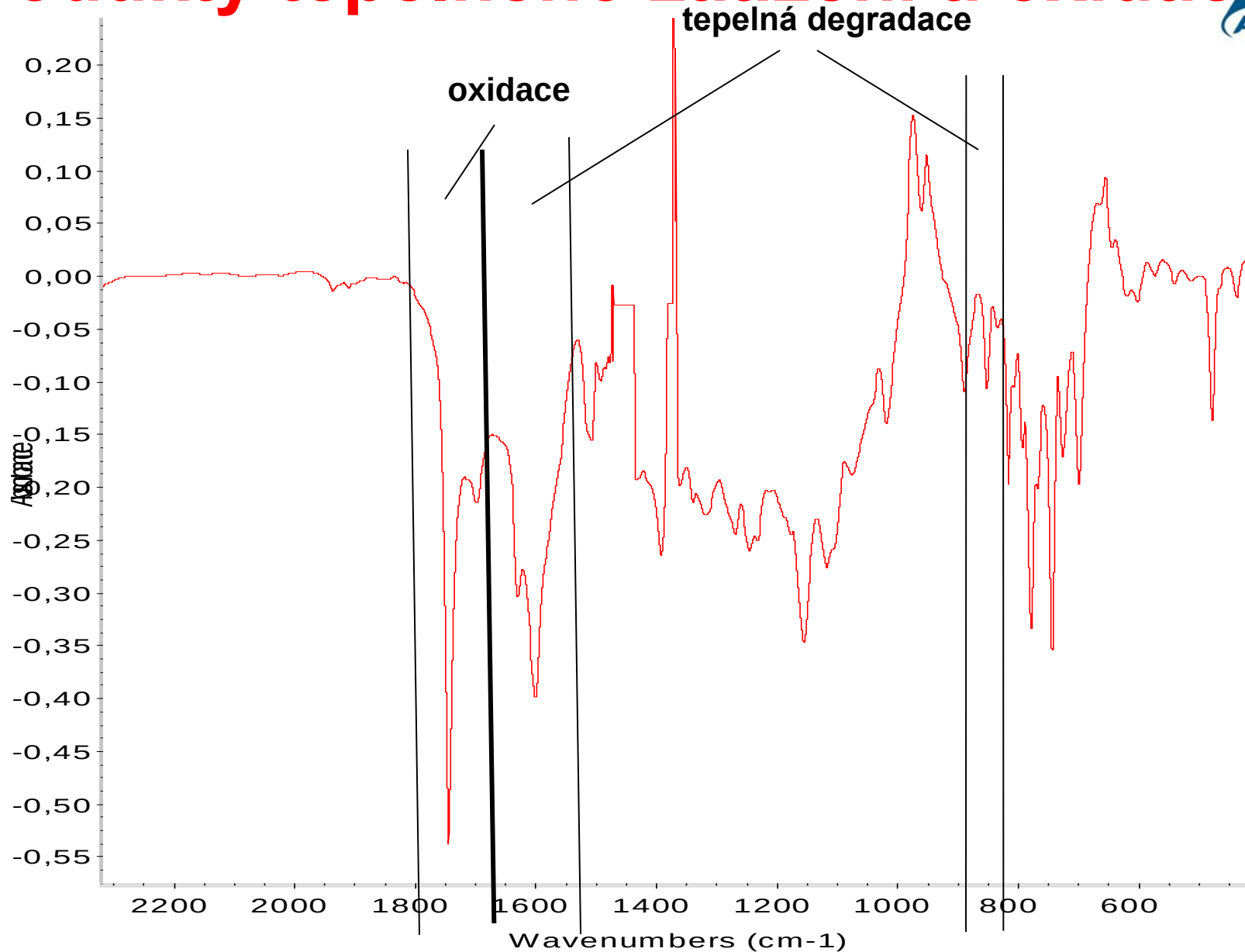


Parametr	Vlnočet (cm ⁻¹)	Interference
Oxidace	Ropný olej-1740-1690 Org. estery-3540 Fosfáty-815	Zlepšovače VI, dispersanty Voda Znečištění
Sulfatace	1150	EP, některé inh. koroze
Nitrace	1630	Zlepšovače VI, dispersanty
Saze	2000	Velikost vs.hustota částic
Voda	Ropný olej-3400 Org. estery-3625	Saze, detergent, glykol,estery Silná oxidace
Glykol	880,3400,1040+1080	Voda, antioxidanty
Palivo	Nafta-800 Benzín-750 Letecké-795-815	Různá aromaticita, odpařování
Fenolické AO	3650	Voda, glykol
ZnDDP	980	Aromáty, palivo, Si-O(prach)

Produkty tepelného zatížení a oxidace



Produkty tepelného zatížení a oxidace



ODBĚR VZORKŮ



NEJDŮLEŽITĚJŠÍ krok pro správné
vyhodnocení stavu nejen oleje, ale i
stroje

JINAK JE CELÁ ANALÝZA PRO

?

?

?

?

?

?

?



Pro získání skutečných (reálných) výsledků o stroji a oleji je nutno:

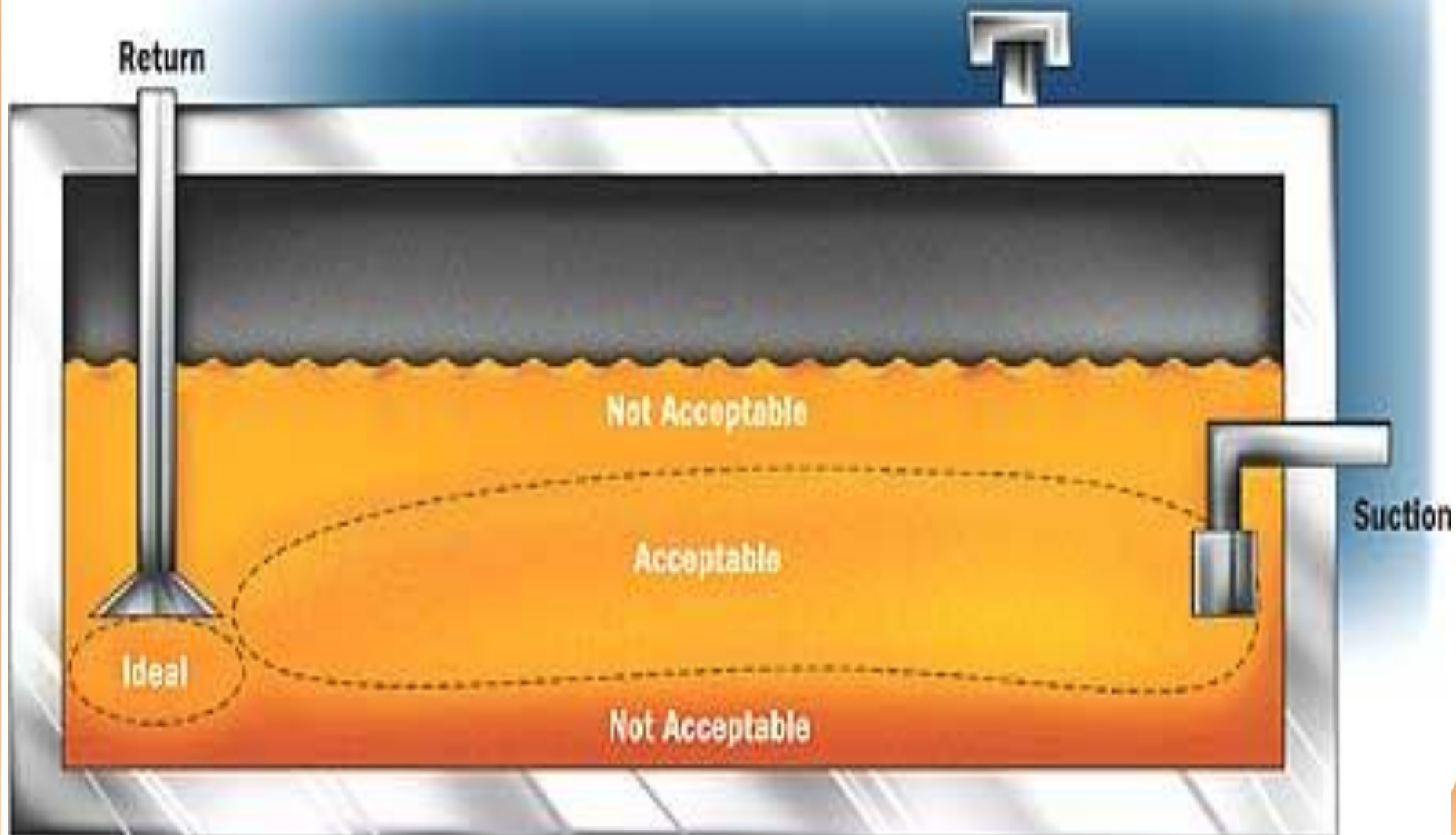


- odebírat vzorek při provozu stroje nebo těsně po jeho zastavení
 - odebírat z nádrže zhruba v polovině
 - z odběrního kohoutu odpustit minimálně 0,5 l oleje před vlastním odebráním do čisté a suché vzorkovnice
 - odebírat vždy ze stejného místa a stejným způsobem (trendové výsledky)
- => pak je to ta správná cesta k získání reálných výsledků

Příklad špatného odběru vzorku



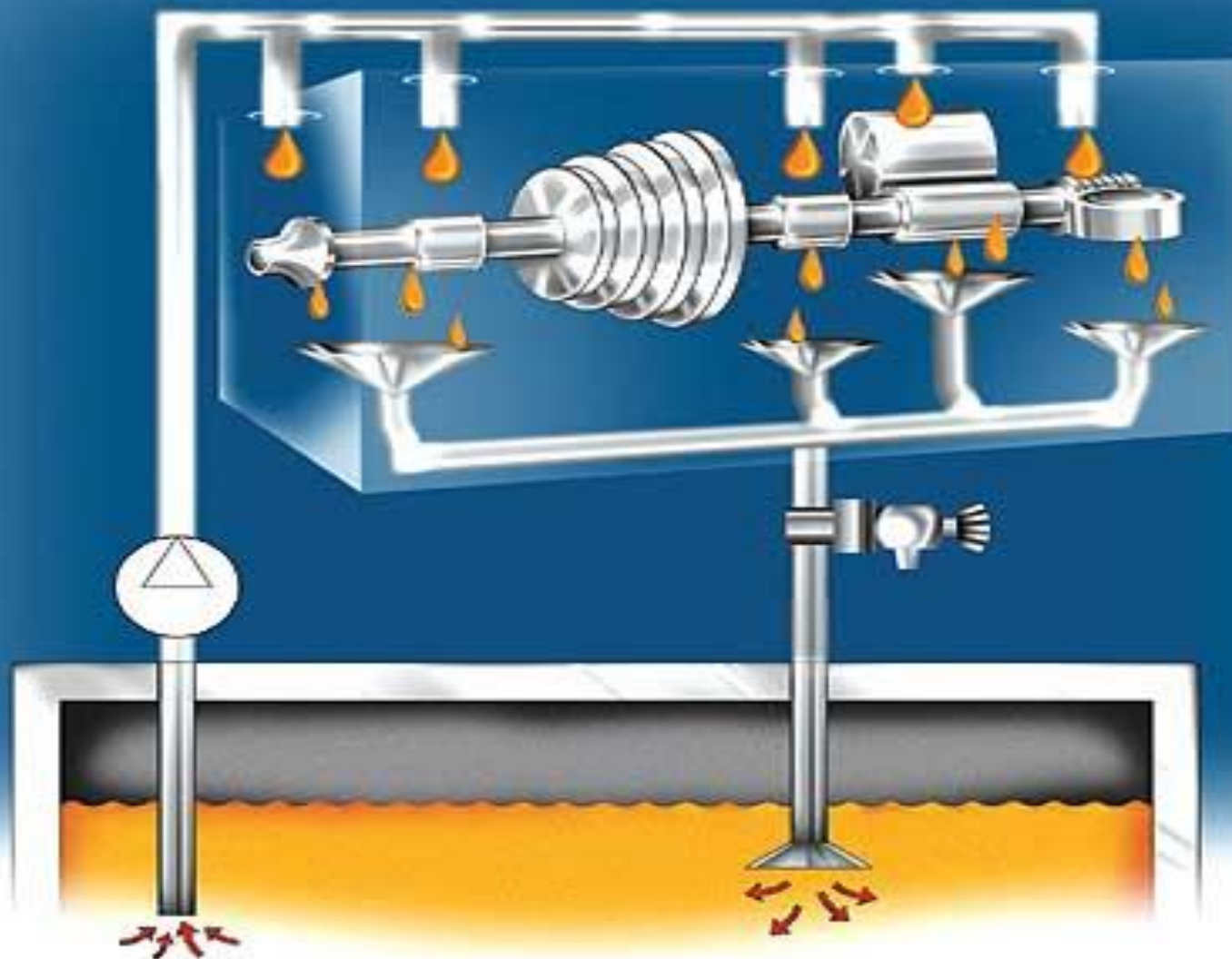
Jak odebírat z nádrže



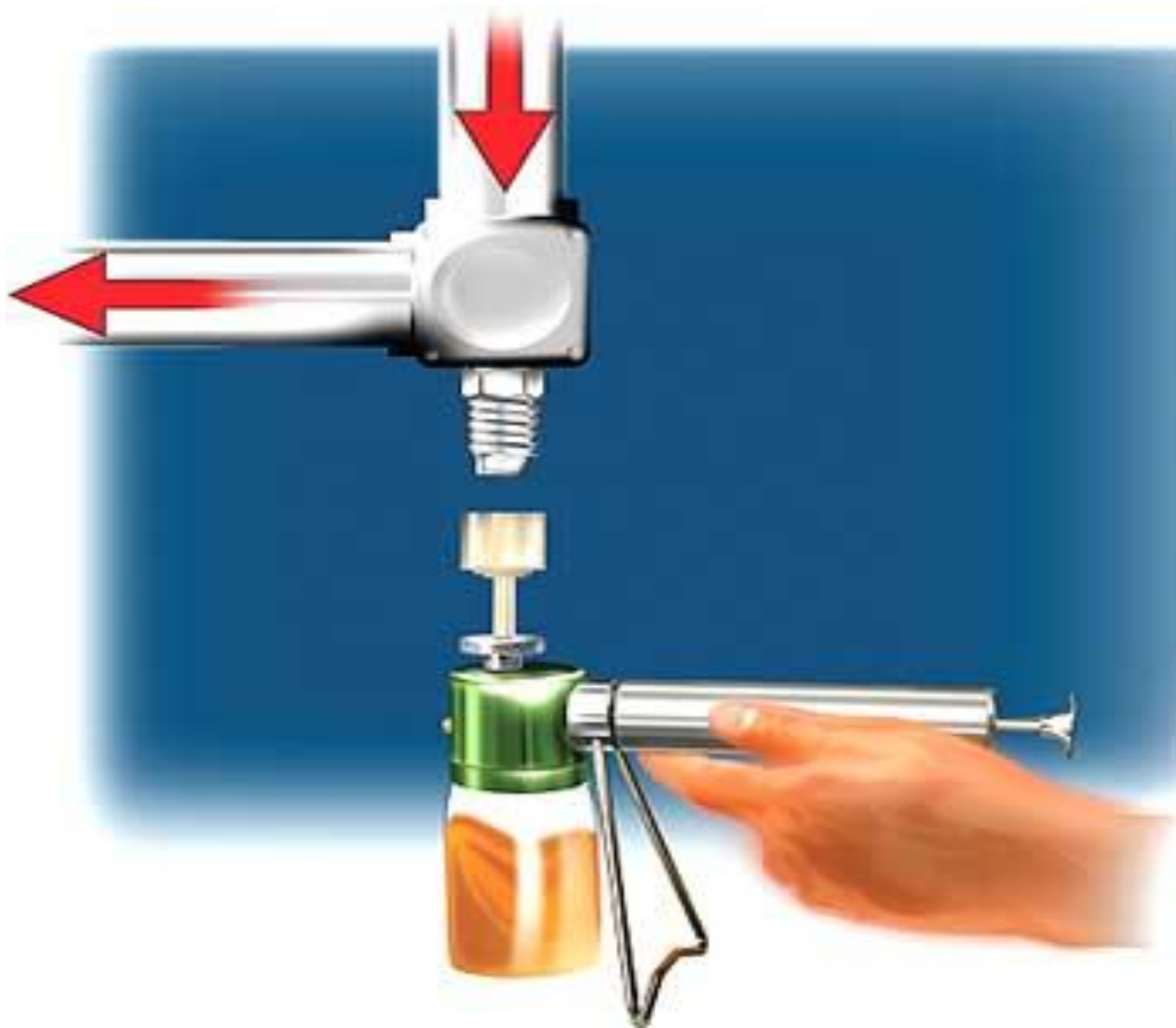
Odběr z odkalovače



Odběr vzorku ze zpětného potrubí



Podtlakový odběr



Intervaly odběru vzorků



Mobilní zařízení

Naftové motory	250 mth
Hydraulické systémy	500 ph
Převody	500 ph
Diferenciály a koncové pohony	500 ph

Výrobní podniky a elektrárny

Převodovky	3 měsíce
Hydraulické systémy	3 měsíce
Mazací systémy	3 měsíce
Turbíny	3 měsíce

Příklad z praxe

Degradace hydraulického oleje

- Hydraulický lis-lisování plechových dílů
- Olej typu HM 46
- Nepřetržitý provoz
- Intervalové přídavné čištění oleje

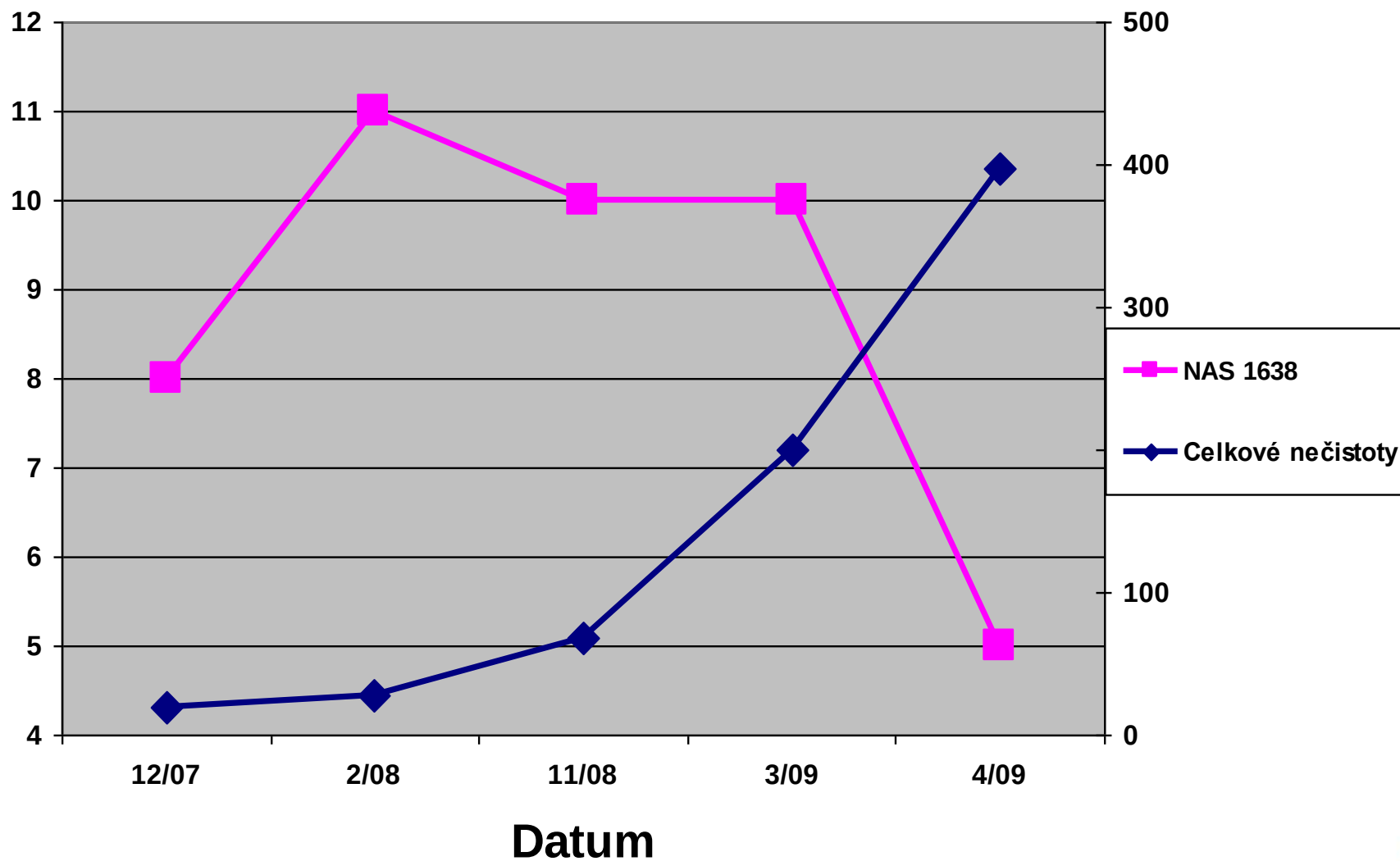
Hodnoty vybraných parametrů



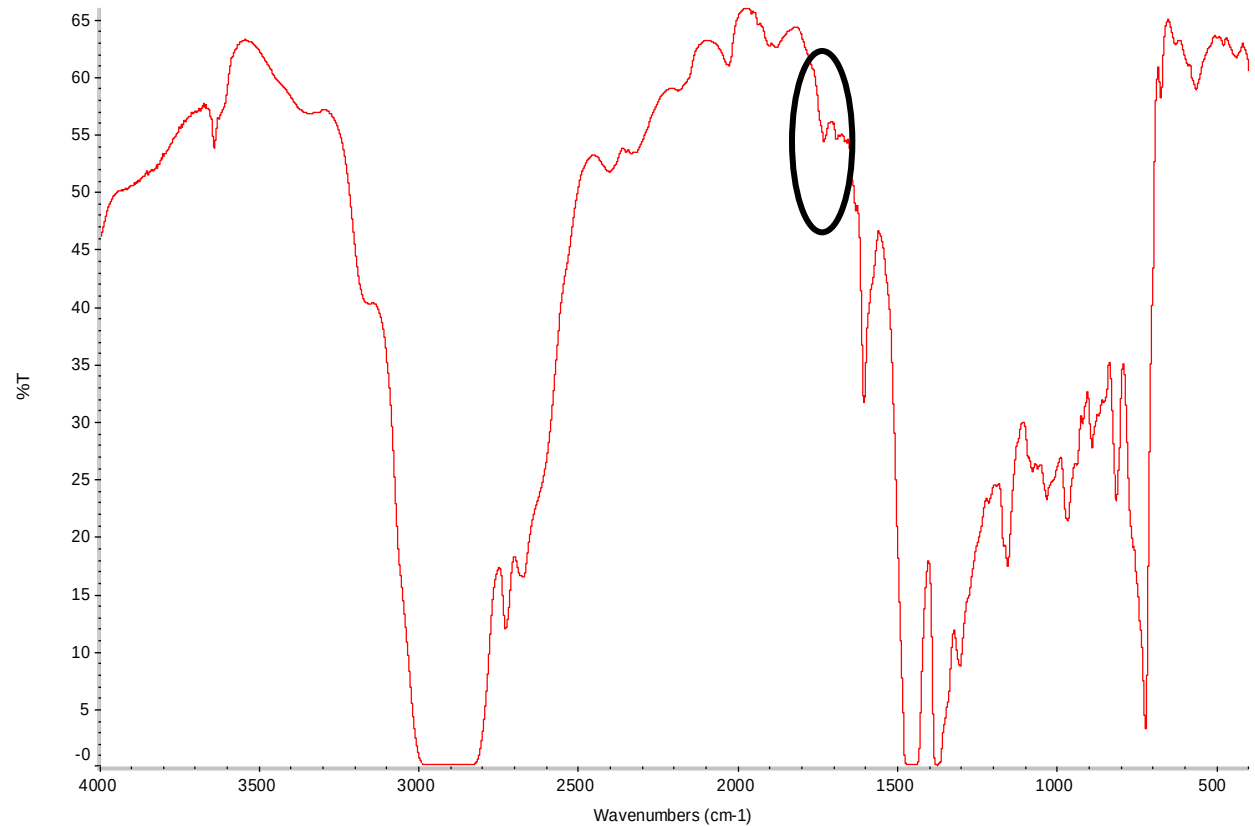
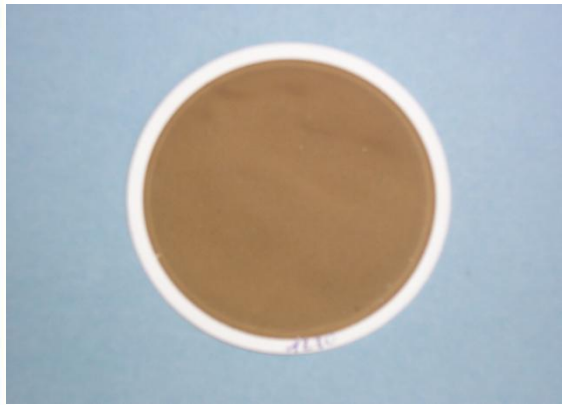
Datum	NAS 1638	ISO 4406	C.N.	Zn	Visk40
12/07	8	17/15/ 13	20*	345	45,85
2/08	11	20/18/ 14	28*	392	44,70
11/08	10	19/17/ 14	68	385	44,59
3/09	10	19/18/ 15	200	367	44,83
4/09	5	14/13/ 9	397	361	44,82

*
membrána
0,8 µm

Průběh znečištění



Membrána + FTIR



Děkuji za pozornost



Ing. Vladimír Nováček

Tribotechnika

ALS Czech Republic, s.r.o.

Na Harfě 336/9

190 00 Praha 9

Tel.: 284 081 575; Fax : 284 081 771

e-mail : vladimir.novacek@alstribology.com

www.alsglobal.cz